



NATIONELL
MILJÖÖVERVAKNING
PÅ UPPDRAG AV
NATURVÅRDSVERKET

Rapport

Screening av betongtillsatser

Naturvårdsverket

Rapportuppgifter

Titel	Screening av betongtillsatser
Version	003
Datum	2014-01-10
Uppdragsgivare	Naturvårdsverket
Uppdragsnummer	1003-05
Dokumentnummer	U:\1003-05\10-udo\01- utr\Rapport_screening_betong.docx
Rapport genomförd av	Niklas Hanson & Helena Norin
Rapport granskad av	Åke Larsson
Rapport verifierad av	Helena Norin

Sammanfattning

För att minska materialåtgången i samhället är det viktigt att så mycket som möjligt återanvänds. Enligt EU:s ramdirektiv för avfall skall minst 70% av allt icke-farligt byggnads- och rivningsavfall återanvändas år 2020. Eftersom betong utgör en stor del av allt byggnads- och rivningsavfall krävs det att betong återanvänds för att det skall vara möjligt att nå detta mål. Detta betyder att betong som idag läggs på deponier i större utsträckning kan komma att användas som ballast- och utfyllnadsmaterial vid anläggningarbeten.

För att förbättra betongens egenskaper används ofta olika tillsatser. Exempelvis tillsätts luftporbildare för att förhindra att betongen spricker vid minusgrader och härdningsacceleratorer för att påskynda härdningsförloppet. En del av dessa tillsatser har miljöfarliga egenskaper. Då mer betong återanvänds istället för att hamna på deponier så ökar risken att dessa ämnen sprids på ett okontrollerat sätt i samhället. Även deponier för betongavfall kan utgöra en miljörisk, även om dessa är bättre kontrollerade och risken därmed är mindre.

På uppdrag av Naturvårdsverket har EnviroPlanning under 2012 och 2013 genomfört en screening av betongtillsatser vid en deponi samt vid två platser där krossad betong har använts vid vägarbeten. Samtliga prover har tagits i vatten.

Projektets målsättning har varit:

- att bedöma om det är troligt att dessa ämnen kan nå vattenmiljön genom läckage från deponier eller utfyllnadsmaterial
- att jämföra koncentrationer i miljön med toxiska koncentrationer och bedöma miljörisken
- att ge förslag på lämpliga åtgärder för att minska ett eventuellt läckage

Projektet har visat att de ekologiska riskerna med läckage av tillsatser från återvunnen betong som används i anläggningarbeten är låg. Inga försiktighetsåtgärder föreslås därför för att minska läckaget från återanvänd betong eller betongdeponier.

Summary

To reduce the total use of materials in society, it is important that more materials are recycled or re-used. According to the EU, at least 70% of all non-hazardous building and demolition waste should be recycled or re-used by 2020. Since concrete makes up a large proportion of all such waste, reaching this goal will require that concrete is re-used. This means that concrete that historically has been disposed on landfills will in the future be increasingly used as fill material in different types of construction applications.

Various additives are used to improve the properties of concrete. For example, air-entraining agents are used to prevent cracks when the concrete freezes, and accelerators speed up hydration (hardening) of the concrete. Some of these additives have environmentally hazardous properties. When more concrete is re-used instead of ending up on landfills, there is an increased risk that these chemicals are spread in an uncontrolled way. These chemicals may also pose an environmental risk at landfills, although leachate water from landfills is better controlled and the risk is therefore smaller.

During 2012 and 2013, EnviroPlanning performed a screening study of concrete additives at one landfill and two sites where concrete has been used in the road construction. The study was ordered by the Swedish Environmental Protection Agency (Naturvårdsverket). All analyses were performed on water samples.

The specific goals of the project were:

- to determine if these additives are likely to reach the aquatic environment by leaching from landfills and fill materials
- to compare environmental concentrations to hazardous concentrations and determine the environmental risk
- to provide examples of suitable action to reduce the environmental risk

The study has shown that the ecological risk associated with additives in concrete is low. No precautionary measures are suggested to reduce emissions from recycled concrete or concrete landfills.

Innehållsförteckning

1	Inledning	1
1.1	Bakgrund	1
1.2	Syfte	1
2	Genomförande, screening av betongtillsatser	3
3	Anlyser av PAHer och PCBer	10
4	Ekotoxikologisk risk	12
5	Resultat, Screening av betongtillsatser	14
6	Resultat, PAHer och PCBer	20
7	Slutsatser	21

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Omsättningen av olika byggmaterial i samhället leder till stora miljökostnader under utvinning, tillverkning, transport och deponering. För att minska materialåtgången, och därmed miljökostnaderna, kan vissa typer av material återanvändas. Enligt EUs ramdirektiv för avfall skall minst 70% av allt icke-farligt byggnads- och rivningsavfall återvändas år 2020. En materialtyp som påverkas av detta är betong, som utgör en stor del av allt byggnads- och rivningsavfall. Detta betyder att betong som idag läggs på deponier i större utsträckning måste återanvändas, t.ex. som utfyllnadsmaterial vid anläggningarbeten.

För att förbättra betongens egenskaper används ofta olika tillsatser. Exempelvis tillsätts luftporbildare för att förhindra att betongen spricker vid minusgrader och härdningsacceleratorer för att påskynda härdningsförloppet. En del av dessa tillsatser har miljöfarliga egenskaper, t.ex. hartssyror (Peng och Roberts 2000) och tiocyanat (Lanno och Dixon 1994). Det har också tidigare visats att dessa ämnen läcker från betong, och därmed riskerar att nå naturen (Togerö 2006). Då mer betong återanvänds istället för att hamna på deponier så ökar därmed risken att dessa ämnen sprids på ett okontrollerat sätt i samhället. Även deponier för betongavfall kan utgöra en miljörisk, även om dessa är bättre kontrollerade och risken därmed är mindre.

På uppdrag av Naturvårdsverket har EnviroPlanning AB under 2012 och 2013 genomfört en screening av betongtillsatser på en plats där rivningsbetong har återanvänts i vägbygge samt vid två deponier som har tagit emot stora mängder betong. Screeningen har utökats med en deponi i Dalarna som har analyserats på uppdrag av länsstyrelsen i Dalarna samt Skanskas anläggning för framställning av betong i Luleå på uppdrag av länsstyrelsen i Norrbotten.

1.2 Syfte

Syftet med screeningstudien var att undersöka om det är troligt att ett antal ämnen som används som tillsatser i betong når vattenmiljön. För detta analyserades prover från en lokal där krossad betong använts i ett vägbygge samt vid två deponier som tagit emot betongavfall. De koncentrationer som uppmättes jämfördes sedan med de

koncentrationer där en viss toxisk effekt uppstår för att på så vis bestämma miljörisken.

2 Genomförande, screening av betongtillsatser

Under 2012 och 2013 genomfördes på uppdrag av Naturvårdsverket analyser i ytvatten vid en lokal där krossad betong har använts som fyllmaterial i en vägkropp samt vid två deponier som tar emot betongavfall. På uppdrag av länsstyrelserna i Dalarna och Norrbotten tillkom analyser vid en deponi och en anläggning för framställning av betong. Totalt har tio betongadditiv analyserats (Tabell 1).

Tabell 1. Analyserade betongtillsatser samt deras förkortning, CAS-nummer och de utförda analysernas detektionsgräns.

Kemikalie	Förkortning	CAS-nummer	Detektionsgräns (µg/l)
4-Nonylfenol (grenad)	4NP	84852-15-3	0,1
4-Nonylfenol (grenad) -1-etoxyilat	4NPEO1	104-35-8	0,1
4-Nonylfenol (grenad) -2-etoxyilat	4NPEO2	20427-84-3	0,1
4-tert-Oktylfenol	4tOP	140-66-9	0,01
4-tert-Oktylfenol-1-etoxyilat	4tOPEO1	2315-67-5	0,01
4-tert-Oktylfenol-2-etoxyilat	4tOPEO2	2315-61-9	0,01
Totalhalt tiocyanater uttryckt som natriumtiocyanat	Tiocyanat	540-72-7	5
Pimarinsyra	Pimarinsyra	127-27-5	1
Abietinsyra	Abietinsyra	514-10-3	1
Dehydroabietinsyra	Dehydroabietinsyra	1231-7-0	1

I Tabell 2 visas en lista över samtliga provpunkter, inklusive koordinater. De olika lokalerna, och provtagningen, beskrivs i mer detalj nedan.

Tabell 2. Sammanställning av provpunkter

Lokal	Punkt	Position (SWEREF)
1. Väg, Tanumshede	1 (referens)	6519468 284797
	2 (väg)	6517500 285801
	3 (nedströms våtmark)	6517400 285528
2. Fläskbodeponin, Landvetter	4 (cell med betong)	6397340 330092
	5 (reningsverk)	6397320 330443
	6 (recipient)	6397397 330442
3. Brännkläppens avfallsanläggning, Boden	7 (lakvatten)	7319852 807609
	8 (sedimentationsdamm)	7319423 807317
	9 (Mjösjön)	7318825 807890
4. Skanska, Luleå	10 (spoldamm)	7287980 826751
5. Trollbo, Säter	11 (Trollbo 1)	6699371 545870
	12 (Trollbo 2)	6699265 546111

Lokal 1: Återvunnen betong i vägkropp, Tanumshede

I samband med bygget av ny motorväg norr om Tanumshede revs en bro. Betong från bron tillvaratogs och krossades för att användas i vägbanken för en ny bro över E6. Betongplattan i bron gjöts 1995 och betongen revs upp under försommaren 2010 och lades direkt i den nya vägkroppen. Betongen ligger nu under asfaltsytan och över grundvattennivån. Vid lokalen togs två prover från potentiellt förorenade punkter samt ett referensprov. Potentiellt förorenade prover togs på två avstånd från den återvunna betongen (Figur 1). Den ena punkten valdes för att vara så nära betongen som möjligt (Punkt 2), med maximal chans att komma upp i höga halter. Den andra punkten placerades nedströms den våtmark som tog emot vatten från vägen (Punkt 3). Referensprovet togs längre norrut i anslutning till vägbana där återvunnen betong ej använts (Punkt 1).



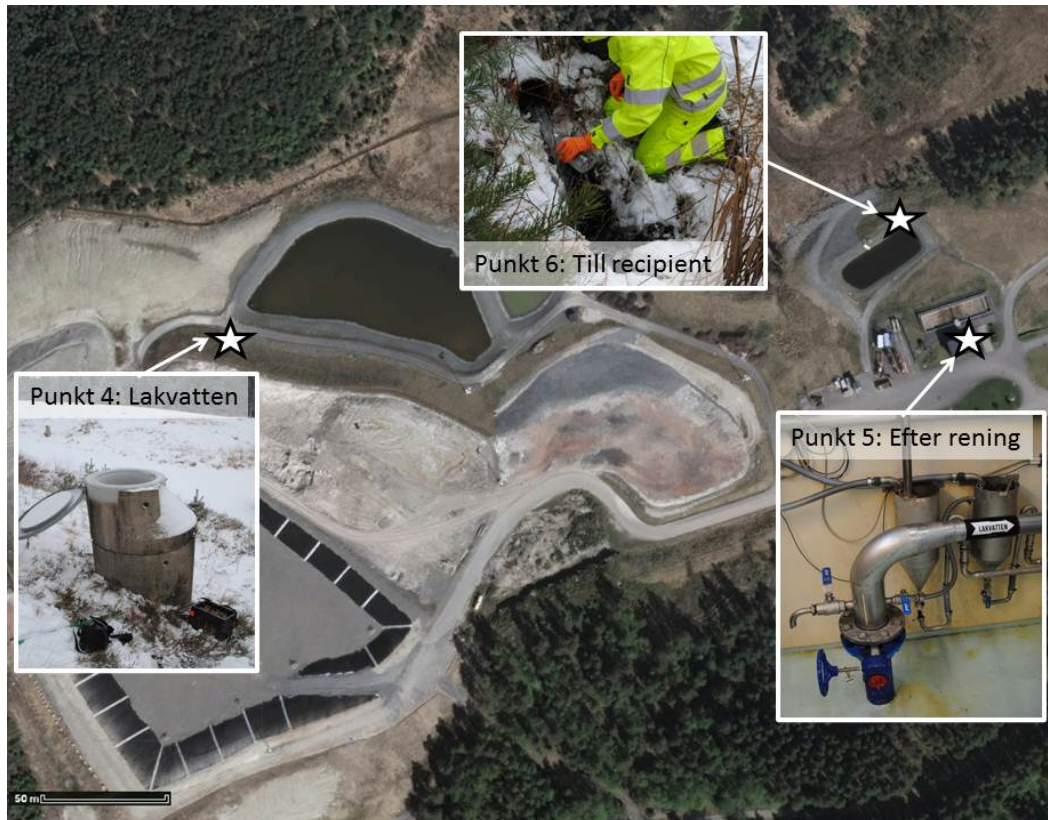
Figur 1. För att undersöka läckage och spridning av betongtillsatser från väggkroppen togs prov på tre punkter. Punkt 1 är en uppströms belägen referens som inte påverkas av den återvunna betongen. Punkt 2 är vald för att vara så nära den återvunna betongen som möjligt. Punkt 3 är belägen ca 300 m från väggkroppen med betong.

Vid de tre provpunkterna togs dubbelprover vid två tillfällen för att fånga upp en del av den möjliga variationen. Provtillfällena valdes för att representera förutsättningarna för läckage under olika årstider. Provtagningarna utfördes 2012-11-08 samt 2013-06-25.

Lokal 2: Fläskebodeponin utanför Göteborg

Fläskebodeponin öster om Göteborg har tagit emot betydande mängder betongavfall. För att maximera sannolikheten att hitta betongadditiv utfördes provtagning i

lakvatten från den del av deponin där mest betong har deponerats (Punkt 4). Andelen betong i denna del av deponin uppskattas till ca 5%. Utöver detta togs prover efter rening, men innan torvfilter (Punkt 5) samt i utgående vatten till recipient (Punkt 6).



Figur 2. För att undersöka läckage och spridning av betongtillsatser från deponin provtogs tre punkter. Punkt 4 är lakvatten från den del av deponin där betongen ligger. Punkt 5 är vatten som passerat reningsverket. Punkt 6 är vatten som släpps ut i recipient efter rening och torvfilter.

Även här togs dubbelprover vid två tillfällen för att fånga upp en del av den möjliga variationen. Provtillfällena valdes för att representera förutsättningarna för läckage under olika årstider. Provtagningarna utfördes 2013-01-15 samt 2013-05-20.

Lokal 3: Brännkläppens avfallsanläggning

Brännkläppens avfallsanläggning i Boden provtogs 2013-06-03. Denna provtagning initierades av Länsstyrelsen i Norrbotten (regional förtätning). För att få fler provpunkter och dubbelprov delfinansierades den av screeningprogrammet för betongtillsatser. Tre prover togs på och i anslutning till deponin.

Provtagningspunkterna var belägna i ett lakvattendike på deponin (Punkt 7), i en

sedimentationsdamm (Punkt 8) samt i recipienten (Punkt 9). Recipienten var den sjö (Mjösjön) dit lakvatten från deponin når efter att ha passerat en våtmark.



Figur 3. Vid Brännkläppens avfallsanläggning togs tre prover, varav två på deponiområdet och en i Mjösjön som är recipient för lakvatten från deponin.

Lokal 4: Skanska, Luleå

Länsstyrelsen i Norrbotten genomförde 2013-05-22 en provtagning vid Skanskas fabrik i Luleå. Fabriken producerar betong som distribueras främst till

Luleåområdet. Betongen körs ut med betonglastbilar. Dessa rengörs varje dag vid avslutning av arbetspassen. Provtagningen skedde i en spoldamm (Punkt 10) där vattnet från betonglastbilarna samlas efter rengöring av lastbilarnas betongtankar. Vid provtagningen hade rengöringen av tankarna inte påbörjats för dagen, vilket betyder att det var vatten från dagen innan som fanns kvar i dammen. Skanska har tillhandahållit säkerhetsdatablad för portlandcement och använda tillsatser för att möjliggöra en jämförelse av mätresultat med de ämnen som används i betongtillverkningen.



Figur 4. Provtagningspunkt vid Skanskas anläggning i spoldamm där vattnet från betonglastbilarna samlas efter rengöring av lastbilarnas betongtankar.

Lokal 5: Trollbo

Länsstyrelsen Dalarna genomförde en provtagning vid en industrideponin i Säter (Trollbo). Deponin ligger på två sidor om väg 266, vilka benämns Trollbo 1 (Punkt 11) och Trollbo 2 (Punkt 12). Provtagningen genomfördes 2012-12-04.



Figur 5. Vid Trollbo finns det två deponier, en på vardera sida av väg 266. Dessa benämns Trollbo 1 och Trollbo 2 enligt figuren.

3 Analyser av PAHer och PCBer

Utöver betongtillsatserna som presenteras ovan har PAH:er och PCB:er analyserats (/PAH-16 respektive PCB-7). De mätningar som ingår i PAH-16 och PCB-7 redovisas i Tabell 3, inklusive detektionsgränser. PAH har analyserats som referenssubstans eftersom det är vanligt att hitta relativt höga koncentrationer av PAH i närheten av vägar. PCB har inkluderats eftersom det har använts som fogmassor och dilationselement i broar och kan därmed utgöra ett miljöhot om det läcker från återvunnen betong eller deponerad betong.

PAH analyserades vid samtliga provpunkter utom de två vid Trollbo. Analyser av PCB utfördes vid samtliga lokaler utom Trollbo och Skanskas anläggning.

Tabell 3. Analyserade PAHer och PCBer, inklusive olika summamått för PAH, samt detektionsgränser..

Kemikalie	Detektionsgräns (µg/l)
Benso(a)antracen	0,02
Krysen	0,02
Benso(b,k)fluoranten	0,04
Benso(a)pyren	0,02
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,02
Dibenso(a,h)antracen	0,02
Summa cancerogena PAH	0,02
Naftalen	0,02
Acenaftylen	0,02
Acenaften	0,02
Fluoren	0,02
Fenantren	0,02
Antracen	0,02
Fluoranten	0,02
Pyren	0,02
Benso(g,h,i)perylen	0,02
Summa övriga PAH	0,3

Kemikalie	Detektionsgräns (µg/l)
Summa PAH med låg molekylvikt	0,2
Summa PAH med medelhög molekylvikt	0,3
Summa PAH med hög molekylvikt	0,3
PCB-28	0,01
PCB-52	0,01
PCB-101	0,01
PCB-118	0,01
PCB-138	0,01
PCB-153	0,01
PCB-180	0,01

4

5 Ekotoxikologisk risk

Baserat på ekotoxikologiska tester kan ett ämnes giftighet uppskattas och ett så kallat PNEC-värde tas fram (Predicted No Effect Concentration). PNEC-värdet är den högsta koncentration i naturen som inte förväntas ge någon biologisk effekt och kan därför tjäna som ett slags gränsvärde. För denna studie togs PNEC-värden fram för samtliga betongadditiv i enlighet med Europeiska kommissionens vägledningsdokument om ekologisk riskbedömning (Europeiska kommissionen 2003).

Ett minimum av ekotoxikologisk information som behövs för att ta fram ett PNEC-värde är akut giftighet för tre trofiska nivåer; alger, daphnia och fisk. För alger presenteras normalt resultaten i form av ett IC₅₀-värde (Inhibitory Concentration, 50%). Detta är den koncentration där tillväxten av alger är nedsatt till 50%, alltså hälften av det normala efter 72 timmar. För daphnia presenteras EC₅₀ (Effective Concentration, 50%), vilket är den koncentration där 50% av daphnierna inte längre kan förflytta sig själva efter 48 timmar. För fisk är det LC₅₀ som används (Lethal Concentration, 50%). Det är den koncentration där 50% av fisken dör inom 96 timmar. Om information finns tillgänglig för samtliga tre organismgrupper så bestäms PNEC genom att dela det lägsta av de tre värden med en säkerhetsfaktor av 1000. Detta anses vara en konservativ bedömning som skyddar miljön mot eventuella osäkerheter i data. För några kemikalier återfanns bara information för två trofiska nivåer. I dessa fall användes det lägsta av de två värdena för att bestämma PNEC (Tabell 4).

I några fall fanns även information om giftighet i kroniska försök. Denna information är uttryckt som NOEC (No Observed Effect Concentration), vilket är den högsta undersökta koncentrationen där ingen påverkan noterats. Då ett eller flera NOEC-värden finns så kan ibland PNEC-värdet höjas genom att en lägre säkerhetsfaktor används (Europeiska Kommissionen 2003).

Tabell 4. Akut och kronisk giftighet för alg, daphnia och fisk, samt resulterande PNEC (Predicted No Effect Concentration). PNEC är framtaget i enlighet med Europeiska Kommissionen (2003).

Kemikalie	Akut giftighet (mg/l)			Kronisk giftighet (mg/l)			PNEC (µg/l)
	IC ₅₀ alg	EC ₅₀ daphnia	LC ₅₀ fisk	NOEC alg	NOEC daphnia	NOEC fisk	
4NP	1,3 ¹	0,218 ¹	0,13 ¹	0,5 ¹	0,024 ¹	0,006 ¹	0,6
4NPEO1	37,4 ²		1 ²				1
4NPEO2	37,4 ²		1 ²				1
4tOP	1,9 ¹	0,28 ¹	0,26 ¹	1 ¹	0,03 ¹	0,012 ¹	1,2
4tOPEO1	5000 ²	26 ²	8,9 ²				8,9
4tOPEO2	5000 ²	26 ²	8,9 ²				8,9
Tiocyanat	150 ²	3,56 ²	83 ²			16,6 ³	3,56
Pimarinsyra		0,26 ⁴	0,8 ⁵				0,26
Abietinsyra		0,68 ⁴	0,7 ⁵				0,68
Dehydroabietinsyra		1,28 ⁴	1,1 ⁵				1,1

¹ European Chemicals Agency (ECHA), Registered Substances. <http://echa.europa.eu/>

² Kemiska ämnen – Prevent. <http://www.prevent.se/kemiskaamnen/>

³ Lanno och Dixon. 1994. Chronic toxicity of waterborne thiocyanate to fathead minnow (*Pimephales promelas*) - A partial life-cycle study. Environmental Toxicology and Chemistry 13(9):1423-1432

⁴ Peng och Roberts. 2000. Solubility and toxicity of resin acids. Water Research 34(10):2779-2785

⁵ Leach och Thakore. 1976. Toxic constituents in mechanical pulping effluents. Tappi 59(2):129-132

6 Resultat, Screening av betongtillsatser

Samtliga prover analyserades av Eurofins. Nedan presenteras resultaten lokalvis och en bedömning av den ekotoxikologiska risken görs. Värt att notera är att för tiocyanat och hartssyror ligger detektionsgränserna över PNEC-värdena i Tabell 4. Att koncentrationen ligger under detektionsgränsen är därmed ingen garanti för att risken för ekosystemet är acceptabel.

Lokal 1: Återvunnen betong i vägkropp, Tanumshede

Tabell 5 och 6 redovisar analysresultaten från november respektive juni för den återvunna betongen som använts i en vägkropp i Tanumshede. För tiocyanater respektive nonyl- och oktylfenoler uppmättes inga halter över detektionsgränsen. För flera hartssyror var dock halterna höga. För abietinsyra var samtliga mätningar över detektionsgränsen, för dehydroabietinsyra var tre mätvärden över detektionsgränsen och för pimarinsyra var ett värde över detektionsgränsen. Eftersom halterna av abietinsyra och dehydroabietinsyra var lika höga vid referensen som vid vägen kan man utesluta att den återvunna betongen i vägkroppen skulle vara källan till dessa hartssyror. För pimarinsyra uppmättes ett enda värde över detektionsgränsen. Detta var vid lokal tre, nedströms våtmarken. Inte heller i detta fall är det troligt att det är den återvunna betongen som är källan eftersom värdet var lägre (under detektionsgränsen) precis vid platsen med den återvunna betongen. Värt att notera är att samtliga värden som var över detektionsgränsen även var högt över PNEC-värdena. För abietinsyra överskreds till exempel PNEC-värdet med ca 450 ggr vid samtliga mätpunkter. Detta betyder att påverkan på organismerna i ekosystemet är troliga. Orsaken till de höga värdena är dock oklar och bör undersökas vidare. Naturliga källor kan inte uteslutas då det fanns mycket tall i området, vilket är en känd källa till vissa typer av hartssyror. I jämförelse med värden från sjön Bolmen i västra Småland är halterna av hartssyror höga. I Bolmen uppmättes under 2009 totalhalter av hartssyror upp till 18 µg/l (Eurofins och Pelagia 2010). Halterna är dock i samma storleksordning som i lakvatten från timmerupplag i Canada (Alberta Environment, 2002)

Den stora skillnaden mellan de två proverna vid punkt 3 (nedströms våtmarken) är svår att förklara.

Tabell 5. Analyserade kemikalier vid den väg där återvunnen betong använts i vägkroppen. Provtagning utfördes 2012-11-08. Alla koncentrationer är i $\mu\text{g/l}$.

Kemikalie	1. Referens		2. Vid vägen		3. Nedströms våtmark	
	A	B	A	B	A	B
4NP	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
4NPEO1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
4NPEO2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
4tOP	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
4tOPEO1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
4tOPEO2	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Tiocyanat	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00
Pimarinsyra	<1	<1	<1	<1	<1	16
Abietinsyra	297	306	289	282	308	302
Dehydroabietinsyra	<1	22	18	<1	<1	603

Vid det andra provtagningstillfället i Tanumshede såg föroreningsbilden annorlunda ut. Denna gång var 4tOP klart över detektionsgränsen i de två proven från vägkanten. Värdena är dock långt under PNEC-värdet ($1,2 \mu\text{g/l}$), så den ekologiska risken är mycket liten. Hartssyrorna var nu under detektionsgränsen i många fall. I två provpunkter överskreds detektionsgränsen och PNEC för pimarinsyra och abietinsyra.

Tabell 6. Analyserade kemikalier vid den väg där återvunnen betong använts i vägkroppen. Provtagning utfördes 2013-06-25. Alla koncentrationer är i $\mu\text{g/l}$.

Kemikalie	1. Referens		2. Vid vägen		3. Nedströms våtmark	
	A	B	A	B	A	B
4NP	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
4NPEO1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
4NPEO2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
4tOP	<0,01	<0,01	0,05	0,04	<0,01	<0,01
4tOPEO1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
4tOPEO2	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Tiocyanat	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00

Kemikalie	1. Referens		2. Vid vägen		3. Nedströms våtmark	
	A	B	A	B	A	B
Pimarinsyra	<1	<1	7	4	<1	<1
Abietinsyra	<1	<1	<1	3	<1	3
Dehydroabietinsyra	<1	<1	<1	<1	<1	<1

Lokal 2: Fläskebodeponin utanför Göteborg

Tabell 7 och 8 redovisar analysresultaten från januari respektive maj vid Fläskebodeponin utanför Göteborg. För provtagningen i maj gick två flaskor för hartssyreanalyser sönder under transport till analyslabbet. Det rörde sig om ett prov vardera från den del av deponin med mest betong samt punkten efter rening. Det betyder att resultat finns från alla punkter, även om det i några fall bara blev ett enkelprov.

Koncentrationerna var överlag högre vid provtagningen i maj, med 24 mätningar över detektionsgränsen. För provtagningen i januari var det enbart fyra mätningar där halterna var över detektionsgränsen. Till skillnad mot mätningen vid lokal 1 så var det många nonyl- och oktylfenoler som överskred detektionsgränsen. Dessa var dock i samtliga fall klart under PNEC-värdena.

Koncentrationen av hartssyror var här betydligt lägre än vid Lokal 1, men överskred ändå PNEC-värdena.

Tabell 7. Analyserade kemikalier vid Fläskebodeponin. Provtagning utfördes 2013-01-15. Alla koncentrationer är i µg/l.

Kemikalie	4. Lakvatten		5. Efter rening		6. Till recipient	
	A	B	A	B	A	B
4NP	0,2	0,2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
4NPEO1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
4NPEO2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
4tOP	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
4tOPEO1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
4tOPEO2	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Tiocyanat	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00

Kemikalie	4. Lakvatten		5. Efter rening		6. Till recipient	
	A	B	A	B	A	B
Pimarinsyra	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Abietinsyra	<1	6	<1	11	<1	<1
Dehydroabietinsyra	<1	<1	<1	<1	<1	<1

Tabell 8. Analyserade kemikalier vid Fläskbodeponin. Provtagning utfördes 2013-05-20. Alla koncentrationer är i µg/l. För hartssyrorna gick två provflaskor (4B och 5B) sönder under transport och analysen uteblev.

Kemikalie	4. Lakvatten		5. Efter rening		6. Till recipient	
	A	B	A	B	A	B
4NP	0,28	0,27	0,11	<0,1	0,17	0,13
4NPEO1	<0,1	0,16	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
4NPEO2	<0,1	<0,1	0,14	<0,1	<0,1	<0,1
4tOP	0,06	0,07	0,02	<0,01	0,02	0,01
4tOPEO1	0,01	0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01
4tOPEO2	0,02	0,08	0,01	<0,01	0,02	0,01
Tiocyanat	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00
Pimarinsyra	<1	n/a	<1	n/a	<1	8
Abietinsyra	<1	n/a	<1	n/a	<1	<1
Dehydroabietinsyra	<1	n/a	3	n/a	2	4

Lokal 3: Brännkläppens avfallsanläggning

I Tabell 9 redovisas samtliga analyser från Brännkläppens avfallsanläggning. Här överskreds detektionsgränsen för 4-tert-Oktylfenol (4tOP) i samtliga prover, med koncentrationer i intervallet 0,03-0,05 µg/l. Detta är långt under PNEC-värdet (1,2 µg/l).

Koncentrationen av hartssyror var även här över detektionsgränsen i flera prov. Framförallt var det dehydroabietinsyra som överskred detektionsgränsen. Halterna låg ungefär i nivå med de halter som uppmättes vid Fläskbodeponin (Lokal 2), det vill säga klart lägre än vid Lokal 1 (vägen) men fortfarande högre än PNEC-värdena.

Även tiocyanat överskred detektionsgränsen vid en provtagningspunkt, vilket betyder att värdena var högre än PNEC-värdet. De höga tiocyanatvärdena uppmättes i den sedimentationsdamm som tar emot lakvatten från deponin.

Tabell 9. Analyserade kemikalier vid Brännkläppens avfallsanläggning. Provtagning utfördes 2013-06-03. Alla koncentrationer är i µg/l.

Kemikalie	7. Dike		8. Sedimentationsdamm		9. Mjösjön	
	A	B	A	B	A	B
4NP	0,11	<0,100	<0,100	<0,100	<0,100	<0,100
4NPEO1	<0,100	<0,100	<0,100	<0,100	<0,100	<0,100
4NPEO2	<0,100	<0,100	<0,100	<0,100	<0,100	<0,100
4tOP	0,04	0,04	0,04	0,05	0,03	0,04
4tOPEO1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
4tOPEO2	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Tiocyanat	<5,00	<5,00	5,9	6	<5,00	<5,00
Pimarinsyra	<1	<1	<1	3	<1	<1
Abietinsyra	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Dehydroabietinsyra	4	3	5	5	4	<1

Lokal 4: Skanska, Luleå

I Tabell 10 redovisas analysresultaten från Skanska i Luleå. Här överskreds detektionsgränsen för 4-tert-Oktylfenol (4tOP) samt för samtliga hartssyror. För 4tOP låg nivån ändå klart under PNEC-värdet (1,2 µg/l), medan det överskreds klart för samtliga hartssyror (ca 35-100 ggr).

Tabell 10. Analyserade kemikalier vid Skanska i Luleå. Provtagning utfördes 2013-05-22. Alla koncentrationer är i µg/l. Här utfördes bara provtagning vid en punkt.

Kemikalie	10. Skanska
4NP	<0,100
4NPEO1	<0,100
4NPEO2	<0,100
4tOP	0,09

Kemikalie	10. Skanska
4tOPEO1	<0,01
4tOPEO2	<0,01
Tiocyanat	<5,00
Pimarinsyra	29
Abietinsyra	24
Dehydroabietinsyra	69

Lokal 5: Trollbo

I Tabell 11 redovisas samtliga resultat från mätningarna av betongtillsatser vid Trollbo. Vid Trollbo 1 var det enbart halten av dehydroabietinsyra som överskred detektionsgränsen. Även här var koncentrationen något högre än PNEC-värdet (15 ggr). Vid Trollbo 2 överskreds detektionsgränsen för abietinsyra och dehydroabietinsyra. Båda halterna var över respektive PNEC-värde (ca 20 ggr).

Tabell 11. Analyserade kemikalier vid deponierna Trollbo 1 och Trollbo 2. Provtagning utfördes 2012-12-04. Alla koncentrationer är i µg/l.

Kemikalie	11. Trollbo 1	12. Trollbo 2
4NP	<1,0	<1,0
4NPEO1	<1,0	<1,0
4NPEO2	<1,0	<1,0
4tOP	<0,1	<0,1
4tOPEO1	n.a.	n.a.
4tOPEO2	n.a.	n.a.
Tiocyanat	<5,00	<5,00
Pimarinsyra	<1	<1
Abietinsyra	<1	13
Dehydroabietinsyra	16	25

7 Resultat, PAHer och PCBer

Vid första provtagningsstillfället (2012-11-08) vid vägkroppen i Tanumshede (Lokal 1) återfanns inga PAHer över detektionsgränsen. Detta är förvånande för en provtagningspunkt som ligger nära en trafikerad väg. En möjlig förklaring till de låga halterna är att det inte hade regnat på länge och att PAHerna därför inte spolats ner i vattnet vid sidan av vägen. Då samma punkter provtogs en andra gång (2013-06-25) överskreds detektionsgränsen rejält för de flesta PAHer i båda proven närmast vägen (Tabell 12). 4tOP och pimarinsyra följde samma mönster vid denna provtagningspunkt, vilket tyder på att de sprids från vägen på ett liknande sätt.

Vid deponierna och Skanska var det enbart naftalen som överskred detektionsgränsen utav PAHerna. Detta skedde vid samtliga punkter som provtogs vid Fläskbodeponin utanför Göteborg 2013-05-20 (Tabell 13). Halterna var dock endast aningen högre än detektionsgränsen (0,024-0,038 µg/l). Vid Brännkläppens avfallsanläggning i Boden var halten av naftalen något högre än detektionsgränsen i ett av proven i diket (0,022 µg/l). Även vid Skanska i Luleå uppmättes ett värde något över detektionsgränsen för naftalen (0,024 µg/l).

Inga prover innehöll PCB-halter över detektionsgränsen.

Tabell 12. PAH-halter i Tanumshede vid provpunkt 2 (Nära vägen).

Kemikalie	Tanumshede Punkt 2, Vid Vägen 2013-06-25	
Benso(a)antracen	0,062	0,048
Krysen	0,052	0,036
Benso(b,k)fluoranten	0,066	0,070
Benso(a)pyren	0,032	0,044
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,034	0,042
Dibenso(a,h)antracen	< 0,02	< 0,02
Summa cancerogena PAH	0,26	0,25
Naftalen	0,17	3,2
Acenaftylen	0,15	0,07
Acenaften	0,77	0,52
Fluoren	1,3	1,3

Kemikalie	Tanumshede Punkt 2, Vid Vägen 2013-06-25	
Fenantren	0,028	0,82
Antracen	0,16	0,17
Fluoranten	0,72	0,37
Pyren	0,32	0,20
Benso(g,h,i)perylen	0,020	0,024
Summa övriga PAH	3,7	6,7
ΣPAH med låg molekylvikt	1,1	3,8
ΣPAH med medelhög molekylvikt	2,6	2,8
ΣPAH med hög molekylvikt	< 0,30	< 0,30

Tabell 13. Naftalenhalter i olika provpunkter vid två olika provtillfällen

Lokal	Punkt	Halt (µg/l)		Halt (µg/l)	
1. Väg, Tanumshede	1 (referens)	<0,02	<0,02	< 0,02	< 0,02
	2 (väg)	<0,02	<0,02	0,17	3,2
	3 (nedströms våtmark)	<0,02	<0,02	< 0,02	< 0,02
2. Fläskebodeponin, Landvetter	4 (cell med betong)	<0,02	<0,02	0,028	<0,02
	5 (reningsverk)	<0,02	<0,02	0,028	0,038
	6 (recipient)	<0,02	<0,02	0,024	0,036
3. Brännkläppens avfallsanläggning, Boden	7 (lakvatten)	0,022	<0,02	n/a	n/a
	8 (sedimentationsdamm)	<0,02	<0,02	n/a	n/a
	9 (Mjösjön)	<0,02	<0,02	n/a	n/a
4. Skanska, Luleå	10 (spoldamm)	0,024	n/a	n/a	n/a

8 Slutsatser

Nonyl- och oktylfenoler underskred i regel detektionsgränsen, och i de fall halter kunde uppmätas så var de långt under de PNEC-värden som anses utgöra gränsen för acceptabel ekologisk risk. Resultaten i denna studie visar därför tydligt att läckage av dessa ämnen från återvunnen eller deponerad betong inte utgör en ekologisk risk.

Tiocyanat överskred detektionsgränsen vid en provpunkt (sedimentationsdammen vid Brännkläppens avfallsanläggning). Halterna här (5,9 och 6,0 µg/l) var knappt över detektionsgränsen (5,0 µg/l), men överskred ändå PNEC-värdet (3,56 µg/l). Eftersom detektionsgränsen var något högre än PNEC-värdet går det inte att utesluta att det överskreds vid flera lokaler. En förnyad screening av tiocyanat med lägre detektionsgräns skulle behövas för att göra en mer säker bedömning av den ekotoxikologiska risken.

Resultaten för hartssyror är svårare att tolka. De absolut högsta värdena uppmättes i de prover som togs i Tanumshede 2012-11-08. Halterna av abietinsyra och dehydroabietinsyra överskred PNEC-värdena kraftigt vid flera provpunkter. Det fanns dock ingen tydligt gradient med högre halter nära vägkroppen med den krossade betongen. Det är därför rimligt att anta att källan till dessa ämnen är något annat än återvunnen betong i vägkroppen. En möjlig förklaring är att hartssyror avges från den omgivande tallskogen. Tall är en känd källa till hartssyror. Vid det andra provtagningstillfället (2013-06-25) var både abietinsyra och dehydroabietinsyra under detektionsgränsen i samtliga prov. Möjligen kan årstidsvariationer i tallens biologi vara en förklaring, liksom variationer i vattenflödet. Vid den andra provtagningen så var det pimarinsyra och abietinsyra som överskred detektionsgränsen. Pimarinsyra fanns i båda proven från provpunkten närmast vägen, abietinsyra i ett av proverna närmast vägen och ett av proverna nedströms. I detta fall är det troligt att det är vägkroppen som är källan. Halterna var dock långt under PNEC-värdet. Vid denna provpunkt var även PAH-halterna betydligt högre än på hösten, vilket visar att förutsättningarna för utläckage av kemikalier från vägbanan och vägkroppen var förändrade.

Risken för PCB-spridning från återvunnen betong bedöms som låg, varför inga försiktighetsåtgärder föreslås.

Resultaten i föreliggande studie antyder att den ekotoxikologiska risken med läckage från återvunnen betong är låg för nonyl- och oktylfenoler samt för hartssyror. För tiocyanat går det inte att utesluta ekologisk risk eftersom detektionsgränsen var för hög. Det är dock inte troligt att tiocyanat skulle utgöra en ekologisk risk efter spädning i recipienten eftersom halterna som högst är något över PNEC-värdet. Inga försiktighetsåtgärder föreslås därför för att minska läckaget från återanvänd betong eller betongdeponier.

Referenser

Alberta Environment, 2002. Assessment of log yard runoff. Results of Monitoring Program 1996-1998. ISBN No. 0-7785-2269-5

Eurofins och Pelagia. 2010. Bolmens recipientkontrollprogram. Rapport 2009.

Europeiska Kommissionen. 2003. Technical guidance document on risk assessment. EUR 20418 EN/2

Lanno och Dixon. 1994. Chronic toxicity of waterborne thiocyanate to fathead minnow (*Pimephales promelas*) - A partial life-cycle study. *Environmental Toxicology and Chemistry* 13(9):1423-1432

Leach och Thakore. 1976. Toxic constituents in mechanical pulping effluents. *Tappi* 59(2):129-132

Peng och Roberts. 2000. Solubility and toxicity of resin acids. *Water Research* 34(10):2779-2785